ÜBER

EXTRAKT- UND TREBERBESTIMMUNGEN

IN

MALZ- UND GETREIDEARTEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

KÖNIGL. BAIR. FRIEDRICH-ALEXANDERS-UNIVERSITÄT

ZU ERLANGEN

VORGELEGT

VON

ISIDOR WERBER

AUS

SAYBUSCH.

ZWICKAU i. S.

DRUCK VON FÖRSTER & BÄR

1888.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546420_0175

ÜBER

EXTRAKT- UND TREBERBESTIMMUNGEN

IN

MALZ- UND GETREIDEARTEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

KÖNIGL. BAIR. FRIEDRICH-ALEXANDERS-UNIVERSITÄT

ZU ERLANGEN

VORGELEGT

VON

ISIDOR WERBER

AUS

SAYBUSCH.

ZWICKAU i. S.

DRUCK VON FÖRSTER & BÄR

1888.

Zur Bestimmung der aus einem Malze oder einer Getreide-Art erhaltbaren Extraktmenge bestehen eine Reihe von Methoden, deren Resultate sich mehr oder weniger der wahren Extraktzahl nähern, und die daher für Theorie und Praxis von verschiedenem Werte sind. Es ist nun einleuchtend, dass für Zwecke theoretischer Untersuchungen ausschliesslich jene Methode anzuwenden ist, deren Resultate sich dem wahren Werte am meisten nähern, welche somit die genaueste ist.

Wenn nun für rein praktische Bedürfnisse eine, wenn auch weniger genaue, so doch handlichere Methode den Vorzug verdient, so hat doch auch in der Praxis diese Bevorzugung eine Grenze, insofern ein Minimum an Genauigkeit auch hier gefordert werden muss.

Es ist nun diese Frage durch zwei schöne Arbeiten der Lösung zugeführt worden; die erste derselben, von Franz Reim:

„Über die Beziehungen der Malzextrakt-Ausbeuten, erhalten nach der Proportionalitäts- und Zweifiltrations-Methode unter Anwendung der Schultze-Ostermann'schen Extrakt-Tabelle"*), beschränkt sich auf den Vergleich dieser beiden Methoden, während eine spätere von Dr. Hugo Dworczâk und Karl Benkendorff unter dem Titel:

„Über die Differenzen bei der Extraktbestimmung im Malze, hervorgerufen durch Anwendung verschiedener Untersuchungsmethoden, sowie ein Vergleich dieser Methoden untereinander"**), publizierte Arbeit, auch die übrigen hieher gehörigen Methoden mit berücksichtigt.

---

*) Zeitschrift für d. ges. Brauwesen 1884, S. 75.

**) Zeitschrift für d. ges. Brauwesen 1885, S. 413.

Beide Arbeiten kommen zu dem übereinstimmenden Resultate, dass der Zweifiltrations-Methode bei weitem der Vorzug vor allen übrigen zu geben ist, da nach Reim „die nach dieser Methode gefundenen Werte die richtigen Ausdrücke für die aus den Malzsorten erhaltbaren Extraktmengen sind."

Auch Dworczâk und Benkendorff gelangen zu dem Schluss:

„Die Zweifiltrations-Methode giebt absolut richtige Werte für den im Malze enthaltenen Extrakt an."

„Sie ist zugleich wohl die einzige Methode, deren sich der Chemiker bei rein wissenschaftlichen Arbeiten, bei Untersuchungen, wo es ihm auf absolute Genauigkeit ankommt, bedienen kann."

Diese letztere Einschränkung hat wohl ihren doppelten Grund: Vorerst ist es wohl die grössere Anforderung an die habituelle Fertigkeit des Analytikers, die der Zweifiltrations-Methode die unbeschränkte Herrschaft in der Praxis verweigert, sowie weiteres die mit ihr verbundene, etwas komplizierte Berechnungsart, da das Rechnen mit allgemeinen Zahlen nicht gerade die starke Seite der Praktiker ist.

Ich habe nun Gelegenheit gehabt, bei der Ausführung einer stattlichen Reihe von Gersten-Untersuchungen, mit welchen ich als Assistent des Herrn Professor Schwackhöfer, an der k. k. Hochschule für Boden-Kultur in Wien, betraut wurde, Studien über Extraktgehaltsbestimmungen zu machen, deren Resultate die obige Frage berühren, und meines Erachtens würdig sind, einem grösseren Kreise bekannt gemacht zu werden. Die genannten Untersuchungen wurden im Auftrag des

„Vereines zur Förderung des landwirtschaftlichen Versuchswesens in Österreich"

ausgeführt und finden in dessen „Mitteilungen" als integrierender Bestandteil der daselbst publizierten Düngungs- und Anbau-Versuche Aufnahme.

Ich stehe trotzdem nicht an, meine Beobachtungen hier zu veröffentlichen, nachdem dieselben ihrem Wesen nach durchaus theoretischer Natur sind, und demnach in den genannten „Mitteilungen" keine Aufnahme beanspruchen können, weil dort

blos die nackten Zahlen des Extrakt-Ertrages, sowie die daraus zu schliessenden Folgerungen über Qualität der Gersten und der Dünge-Materialien von Interesse sind, nicht aber die, wenn auch bei denselben Arbeiten gewonnenen Resultate in Bezug auf die Untersuchungs-Methode.

Zur Untersuchung gelangten im Wintersemester 1885/86 90 Gerstensorten der Ernte 1885 und im Wintersemester 1886/87 72 Gerstensorten der Ernte 1886. Die Resultate der ersten Serie wurden im 1. Heft 1886, die der zweiten Serie im 1. Heft 1887 der Mitteilungen des genannten Vereines publiziert. Deswegen unterlasse ich den wiederholten Abdruck aller hiebei erhaltenen Zahlen, indem ich auf die genannten Abhandlungen hinweise und führe blos jene Daten an, welche — bei der Feststellung der Bedingungen — hier von Belang sind.

Die Extrakt-Ausbeuten wurden den Ergebnissen der beiden genannten Arbeiten gemäss, durchwegs nach der Zweifiltrations-Methode bestimmt.

Die hierbei gemachten Erfahrungen liessen es wünschenswert erscheinen, eine genaue Feststellung der Bedingungen bei der Ausführung der Methode aufzufinden, welche notwendig ist, um stets vergleichbare Zahlen zu erhalten. Diese Feststellung ist im nachfolgenden auf experimentellem Wege zu geben versucht worden.

Die noch fehlenden analytischen Belege wurden bei der Fortsetzung der Arbeiten im Laboratorium für angewandte Chemie der Universität Erlangen durch Versuche festgestellt.

Ich kann nicht umhin, dem Vorstande dieses Laboratoriums, Herrn Professor Dr. Hilger, für die Zuvorkommenheit, mit welcher derselbe mir sein Laboratorium behufs Vollendung dieser Arbeiten zur Verfügung stellte, sowie für die mannigfachen Ratschläge im Verlaufe der Arbeit, an dieser Stelle meinen besten Dank abzustatten.

Wenn nun auch in den genannten Arbeiten von Reim, sowie von Dworczâk und Benkendorff eine gründliche Vergleichung der Zweifiltrations-Methode mit den anderen anwendbaren vorliegt, so ist doch eine kritische Behandlung dieser

Methode selbst darin nicht enthalten. Speziell in der Reim'schen Arbeit ist dieselbe versucht, doch nur in unvollständiger Weise und ohne Angabe von Belegen durchgeführt: d. h. es sind die Beziehungen nicht sämtlicher, möglicher Variationen in der Ausführung der Methode zu dem Resultate, also dem Ausdrucke für die Extraktmenge festgestellt. —

Diese Beziehungen bilden jedoch die Grundlage für eine korrekte Fixierung der Methode einerseits, andererseits aber auch für eventuelle Vereinfachung derselben. Dieser letzte Punkt ist nun äusserst wesentlich für die allgemeine, auch in der Praxis ausführbare Anwendung der Methode und die Untersuchung dieser Beziehungen demnach keine unnütze Arbeit.

Im nachfolgenden ist das Resultat dieser Untersuchung gegeben und aus demselben die hieher gehörigen Folgerungen gezogen.

Es sei mir gestattet, vorerst, der Übersichtlichkeit wegen, eine kurze Beschreibung der in Rede stehenden Methode folgen zu lassen.

Bei der Bestimmung der Extrakt-Ausbeute von Malz werden 50 g des Malz-Mehles verwendet, bei derselben Bestimmung von Gerste wird ein Gemenge von 30 g eines Darr-Malzes von bekanntem Extraktgehalte mit 20 g der Gerste, beide in Form von Mehl zur Analyse verwendet.

Ausführung der Methode.

Die in einem Becherglase von ca. 500 CC. Inhalt abgewogene Menge Substanz wird mit 400 CC. Wasser übergossen, mittels eines als Maisch-scheit dienenden Thermometers das Ganze gut durchgerührt, und nun auf die Temperatur von 70° C. gebracht, eine bestimmte Zeit bei dieser Temperatur erhalten, sodann auf Lufttemperatur abkühlen gelassen, aufgekocht, wieder abkühlen gelassen, und endlich auf der Wage das verdampfte Wasser ersetzt, so dass wieder 450 g Maische in dem Becherglase vorhanden sind.

Hievon werden durch ein trocknes Filter 250 CC. Würze abfiltriert; diese 250 CC. bilden dann das I. Filtrat.

Der Filter-Rückstand wird nun samt dem Filter in das Becherglas zurückgebracht, durch den Trichter 250 CC. Wasser

hinzugesetzt, gut durchgerührt und nun durch ein neues trocknes Filter alles abfiltriert; was abläuft, das bildet das (ca. 350 CC.) II. Filtrat.

Nun wird sowohl vom I., wie vom II. Filtrat die Dichte (D. u. d.) bestimmt, und diese beiden Zahlen bilden die Grundlage für die Berechnung der Extrakt-Ausbeute aus dem verwendeten Malz oder Malz-Gersten-Gemenge.

Es wurden nun folgende Fragen zur Untersuchung vorgelegt:

1. Welchen Einfluss nimmt unter sonst gleichen Umständen die verschiedene Geschwindigkeit, mit welcher bei der Vermaischung die Temperatur von 70° C. erreicht wird?
2. Welchen Einfluss übt die Dauer der Zeit, durch welche die Maische bei 70° C. erhalten wird und welches ist deren Minimum?
3. Inwieweit ist die Abkühlung der Maische von Belang, und welchen Einfluss nimmt die Zeit, in welcher diese Abkühlung bewirkt wird?
4. Ist das Aufkochen der Maische wesentlich?
5. Welchen Einfluss übt die Geschwindigkeit der Abkühlung nach dem Aufkochen?
6. In welcher Weise hängt die Genauigkeit der gefundenen Extraktmenge von der Genauigkeit der Dichtenbestimmungen der beiden Filtrate ab?

Diese Fragen fanden, mit Ausnahme der letzten, welche rein mathematischer Natur ist, sämtlich durch das Experiment ihre Beantwortung.

Es folgen hier die Belege, wobei zu bemerken ist, dass jeder Versuch in doppelter Weise angestellt wurde und zwar a) mit 50 g Malzmehl und b) mit 30 g Malz- und 20 g Gerstenmehl, wobei von jedem Versuche 2 Parallelbestimmungen gemacht wurden, um sich von Versuchsfehlern frei zu machen. Wenn 2 Versuche nicht übereinstimmende Resultate gaben, was nur selten vorkam, so wurden dieselben wiederholt. —

Zu erwähnen ist noch, dass sowohl das Malz, als die Gerste auf einer Kaffeemühle ohne Verlust auf das feinste gemahlen

wurden, und zwar so oft, bis alles Pulver durch ein feines Drahtsieb durchging. Diese feine Zerkleinerung ist unumgänglich notwendig, weil sonst bei unzureichender Verkleinerung sich die Stärke am Boden des Aufbewahrungsgefässes ansammelt, während die gröberen Spelzen oben bleiben und man demnach niemals eine richtige Durchschnittsprobe nehmen, und aus diesem Grunde auch keine übereinstimmenden Resultate erhalten kann. Die Zerkleinerung auf der Mühle reicht jedoch nach Reim*) völlig aus, und ist ein weiteres Pulvern in der Reibschale nicht nötig.

1. Frage.

Welchen Einfluss nimmt unter sonst gleichen Umständen die verschiedene Geschwindigkeit, mit welcher bei der Vermaischung die Temperatur von 70° C. erreicht wird?

Reim giebt*) folgende Vorschrift:

„Das Intervall von der Anfangstemperatur bis zu 70° C. wird in einem Zeitraum von 45 Minuten durchschritten, und verwende ich 22 Minuten von der Anfangstemperatur bis zu 60° C. und 23 Minuten zum Maischen von 60—70° C.“

Mir wollte es niemals gelingen, wenn ich bei Beginn das Wasserbad, in das die Maischgefässe eingehängt wurden, auf 15—18° (Zimmertemperatur) hatte, dieses Intervall bis 70° C. in $^3/_4$ Stunden zurückzulegen, ich brauchte stets etwas über eine Stunde hiezu.

Der Grund mag wohl darin liegen, dass mein Wasserbad grösser, also mit mehr Wasser gefüllt sein mochte, als das Reim'sche, da ich anfangs zu je 6, später zu je 8 Bestimmungen gleichzeitig ausführte.

Wenn ich jedoch (während des Abwägens der Substanzen) das Wasserbad auf 70° C. vorwärmte und dann in das heisse Wasser die mit Mehl und Wasser gefüllten Maischgefässe (Bechergläser) einsenkte, so erhielt ich stets nach 25—30 Minuten, also rund $^1/_2$ Stunde die Temperatur von 70° in den Maischen. —

*) Zeitschrift für das ges. Brauwesen 1884, S. 83.

Nach diesen beiden Arten wurden die Parallelbestimmungen ausgeführt, also die Temperatur von 70° C. I. in einer Stunde, II. in $^1/_2$ Stunde erreicht. Die übrigen Operationen wurden bei beiden Parallelbestimmungen konform den a. a. O. von Reim gegebenen Vorschriften durchgeführt.

I.

Material	Dauer bis 70° C.	D.	d.	Extr. %.
a. Malz	I. 1 Stunde α	1,0326	1,0131	72,08
	I. 1 Stunde β	1,0326	1,0131	72,08
	II. $^1/_2$ Stunde α	1,0326	1,0131	72,08
	II. $^1/_2$ Stunde β	1,0327	1,0131	72,16
b. Malz und Gerste	I. 1 Stunde α	1,0319	1,0127	70,09
	I. 1 Stunde β	1,0318	1,0127	70,02
	II. $^1/_2$ Stunde α	1,0318	1,0127	70,02
	II. $^1/_2$ Stunde β	1,0318	1,0127	70,02

Aus diesem Versuche geht die Beantwortung der gestellten Frage 1 hervor und zwar dahin, dass die Zeit, nach welcher die Temperatur von 70° C. erreicht wird, auf das Resultat ohne Einwirkung ist. — Es empfiehlt sich daher, wegen der Beschleunigung des Arbeitens das Wasserbad auf 70° C. (aber ja nicht höher, weil sonst ein Teil der Diastase zerstört werden könnte) vorzuwärmen.

In allen folgenden Versuchen wurde auch dieser Vorgang beobachtet. Dann braucht es, wie erwähnt, kaum eine halbe Stunde, bis die Maische die Temperatur von 70° C. erreicht.

2. Frage.

Welchen Einfluss übt die Dauer der Zeit, durch welche die Maische bei 70° C. erhalten wird und welches ist deren Minimum?

In der Reim'schen Arbeit wird die Maischdauer, ohne weitere Begründung mit 40 Minuten fixiert. In folgender Tabelle sind die Versuche derart zusammengestellt, dass die Maischdauer 10, 20, 30, 40 Minuten, 1 Stunde und $1^1/_2$ Stunden beträgt.

Die übrigen Columnen haben dieselbe Bedeutung, wie in Tab. I, wie beim ersten Versuch und sind daher klar.

II.

Material	Maischdauer in Minuten		D.	d.	Extr. %.
a. Malz	1. 10 Min.	α	1,0324	1,0128	70,83
		β	1,0323	1,0128	70,76
	2. 20 Min.	α	1,0325	1,0130	71,63
		β	1,0326	1,0130	71,71
	3. 30 Min.	α	1,0326	1,0331	72,08
		β	1,0326	1,0331	72,08
	4. 40 Min.	α	1,0325	1,0331	72,00
		β	1,0326	1,0331	72,08
	5. 60 Min.	α	1,0326	1,0331	72,08
		β	1,0326	1,0331	72,08
	6. 90 Min.	α	1,0326	1,0331	72,08
		β	1,0325	1,0331	72,00
b. Malz und Gerste	1. 10 Min.	α	1,0316	1,0124	68,78
		β	1,0314	1,0124	68,63
	2. 20 Min.	α	1,0318	1,0126	69,65
		β	1,0317	1,0126	69,57
	3. 30 Min.	α	1,0319	1,0127	70,09
		β	1,0319	1,0127	70,09
	4. 40 Min.	α	1,0318	1,0127	70,02
		β	1,0319	1,0127	70,09
	5. 60 Min.	α	1,0318	1,0127	70,02
		β	1,0318	1,0127	70,02
	6. 90 Min.	α	1,0319	1,0127	70,09
		β	1,0318	1,0127	70,02

Die 2. Frage beantwortet sich demnach aus diesem Versuche folgendermassen:

Das Minimum der Maischdauer beträgt 30 Minuten. Eine länger andauernde Erhaltung der Temperatur von 70° C. ist unnötig, weil hiebei eine weitere Anreicherung von Extrakt in der Würze nicht erfolgt.

Demgemäss wurde in allen folgenden Versuchen die Maischdauer mit 30 Minuten fixiert.

3. Frage.

Inwieweit ist die Abkühlung der Maische von Belang, und welchen Einfluss nimmt die Zeit, in welcher diese Abkühlung bewirkt wird?

Nach den Erfahrungen Reim's a. a. O. findet durch das Stehenlassen der Maische bei höherer Temperatur in derselben noch eine Anreicherung von Extrakt statt, worauf erst Konstanz eintritt. Leider gibt derselbe keine Daten über die Grösse der Anreicherung, so dass auch dieser Versuch ausgeführt werden musste. Er empfiehlt aber aus diesem Grunde, die Maische im Wasserbade langsam erkalten zu lassen, was nach ca. $2^1/_2$ Stunden genügend geschehen ist. Ich muss erwähnen, dass bei den bisher angeführten Versuchen I. und II. diese Vorschrift befolgt wurde, woraus sich auch die nicht gar erheblichen Differenzen bei einer Maischdauer von 10, 20 und 30 Minuten, die man grösser erwarten sollte, erklären.

Zur Bestimmung des Einflusses dieser Abkühlungsdauer wurde nun folgendermassen vorgegangen. Es wurden je drei Versuche mit Malz und Malz-Gerste-Gemenge ausgeführt. Im ersten wurde nach Beendigung der Maischdauer ($^1/_2$ Stunde) das Maischgefäss aus dem Wasserbade herausgehoben, trocken abgewischt, und sogleich auf freiem Feuer bis zum lebhaften Kochen erhitzt, sodann rasch abgekühlt u. s. w. Im zweiten Versuche wurde das Gefäss nach beendetem Maischen, aber an der Luft, sich selbst überlassen, bis es auf ca. 25° C. abgekühlt war, und dann erst aufgekocht. Hiebei dauerte die Abkühlung ca. 1 Stunde. Im III. Versuche endlich wurde nach der Reim'schen Vorschrift die Maische im Wasserbade abkühlen gelassen, was bei meinen Gefässen mindestens 3 Stunden, oft noch mehr Zeit, in Anspruch nahm.

Die Resultate dieser Versuche sind in der folgenden Zusammenstellung enthalten:

III.

Material	Abkühlungsart	Dauer in Stunden		D.	d.	Extr. %
a. Malz	1. ohne Abkühlung	0	α	1,0324	1,0129	71,19
			β	1,0323	1,0129	71,11
	2. an der Luft	1	α	1,0325	1,0131	72,00
			β	1,0325	1,0131	72,00
	3. i. Wasserbade	3	α	1,0326	1,0131	72,08
			β	1,0325	1,0131	72,00
b. Malz und Gerste	1. ohne Abkühlung	0	α	1,0314	1,0123	68,27
			β	1,0314	1,0124	68,63
	2. an der Luft	1	α	1,0320	1,0127	70,16
			β	1,0319	1,0127	70,09
	3. i. Wasserbade	3	α	1,0320	1,0127	70,16
			β	1,0320	1,0127	70,16

Aus diesem Versuch folgt, dass die Abkühlung nach dem erfolgten Maischen, wie von Reim beobachtet, thatsächlich eine Anreicherung an Extrakt in der Würze bewirkt, und zwar beträgt die Zunahme beim Malz fast 1%, beim Malz und Gerste sogar fast 2%. Doch ist das langwierige Erkaltenlassen im Wasserbade unnötig, da derselbe Effekt durch

einfaches Stehenlassen der Maischgefässe an der Luft erreicht wird, was in $^1/_3$ der Zeit erfolgt, und deswegen für die Verwendbarkeit der Methode belangreich ist.

Es lag nun die Vermuthung nahe, dass durch Verlängerung der Maischdauer auf eine Stunde ohne nachheriges Abkühlenlassen vielleicht derselbe Effekt erzielt werden könnte, als bei der Maischdauer von $^1/_2$ Stunde und einstündigem Abkühlen.

Hiebei würde an Zeit gewonnen, da abgesehen von der $^1/_2$ Stunde Differenz doch auch die Siedetemperatur der Maische rascher erreicht wird, wenn man sie mit 70° C. statt mit 25° auf das freie Feuer bringt. Die in No. II bereits angestellten Versuche mit auf eine Stunde verlängerter Maischdauer, konnten über diese Frage keinen Aufschluss geben, da dort ja alle Maischen der Abkühlung unterworfen wurden.

Es wurde demnach ein neuer Versuch unternommen, und zwar in der Weise, dass je 50 g des Malzes und Malzgerstegemenges durch eine Stunde bei 70° C. vermaischt, und sodann, wie oben geschildert, ohne vorherige Abkühlung direkt zum lebhaften Sieden erhitzt wurden.

Die hiebei erhaltenen Zahlen lassen sich, da die Versuche an denselben Materialien nach einander angestellt wurden, mit den unter IIIa 2 u. b2 erhaltenen vergleichen, welche letzteren die Ausbeute bei halbstündigem Vermaischen und einstündigem Abkühlenlassen an der Luft bedeuten.

Der Versuch ergab:

IIIa.

Material	Maischdauer	Abkühlungsdauer		D.	d.	Extr. %.
Malz aus IIIa 2	1 Stunde	0	α	1,0324	1,0130	71,56
			β	1,0325	1,0130	71,63
	½ Stunde	1 Stunde	α	1,0325	1,0131	72,00
			β	1,0325	1,0131	72,00
Malz u. Gerste aus IIIb 2	1 Stunde	0	α	1,0318	1,0216	69,65
			β	1,0318	1,0216	69,65
	½ Stunde	1 Stunde	α	1,0320	1,0127	70,16
			β	1,0319	1,0127	70,09

Aus der Vergleichung dieser Zahlen ist ersichtlich, dass durch Verlängerung der Maischdauer auf eine Stunde ohne Abkühlenlassen der Maische geringere Werte für die Extraktprozentzahl erhalten werden, als bei ½stündiger Vermaischung mit nachfolgender Abkühlung, dass demnach die versuchte Abkürzung des Verfahrens nicht thunlich ist. Es bliebe noch zu untersuchen, ob man eine auf 1½ Stunden verlängerte Maischdauer der Abkühluug entraten kann, ohne an dem Werte der Extraktprozentzahl etwas zu ändern.

Da jedoch hiebei eine Abkürzung der Manipulationsdauer nicht erzielt würde, — denn es ist gleichgültig, ob man ½ Stunde maischt und 1 Stunde abkühlen lässt, oder ob man 1½ Stunden maischt, — so würde diese Untersuchung ausser Acht gelassen.

Immerhin gäbe dieselbe aber Aufschluss darüber, ob die endgültige Konstanz bei 70° C. erreicht werden kann, oder ob das allmähliche Sinken der Temperatur zur Erreichung dieser Konstanz notwendig ist.

Als Endresultat der unter III und IIIa angeführten Versuche folgt nun, dass nach halbstündiger Vermaischung die Maischgefässe aus dem Wasserbade entfernt und an der Luft bis zu ca. 25° C. abgekühlt werden müssen, welcher Vorgang nun bei den noch folgenden Versuchen beobachtet wurde.

4. Frage.

Ist das Aufkochen der Maische wesentlich?

Ehe ich an die Beantwortung dieser Frage gehe, möchte ich einige theoretische Bemerkungen voranschicken.

Bei der Behandlung der bisherigen Fragen war es von vornherein klar, dass von verschiedenen Bedingungen, welche verschiedene Werte der Extraktprozentzahl verursachten, jene für die analytische Methode beizubehalten waren, die den grössten Wert für die genannte Zahl lieferten; denn die durch die Analyse gefundene Prozentzahl stellt ja das Maximum des aus dem gegebenen Material erhaltenen Extraktes dar, welchem immer näher zu kommen, das Bestreben der Praxis sein muss, und welches zu erreichen das Ideal der Praxis genannt zu werden verdient.

Anders steht die Sache jedoch bei Behandlung der vorliegenden Frage; hier kann es sich nicht um eine Entscheidung darüber handeln, ob das Aufkochen der Maische eine Anreicherung der Würze an Extrakt zur Folge hat, was von vornherein unwahrscheinlich klingt.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass durch das Aufkochen der Maische einerseits die Diastase zerstört, andererseits die coagulierbaren Eiweissstoffe aus der Würze entfernt werden. Es ist nun sehr wahrscheinlich, dass, wie notorisch die unvollkommene Wegschaffung dieser stickstoffhaltigen Stoffe aus der Bierwürze, das aus dieser Würze gewonnene Bier schlecht haltbar und zu Krankheiten geneigt macht, d. h. den Eintritt

sekundärer Gährungsprozesse, die durch die sogenannten wilden Pilze eingeleitet werden, begünstigt, dass also auch die bei der Analyse erhaltenen Würzen, das I. und II. Filtrat bei Anwesenheit der erwähnten Stoffe leichter Zersetzungsprozessen unterworfen sein würden, also eher in Milchsäuregährung geraten können. Die Wegschaffung dieser stickstoffhaltigen Stoffe ist also von dieser Erwägung geboten und wird um so notwendiger, da sich das analytische Verfahren nach dem des Grossbetriebes richten muss, dieser aber das Aufkochen der Würze, eben aus dem erwähnten Grunde, niemals ausser Acht lassen darf. — Reim hat bei seinen Arbeiten dieses Aufkochen der Würze unterlassen; wenigstens findet man in seiner Beschreibung der Methode nichts davon erwähnt. — Trotzdem habe ich, von den mitgeteilten Erwägungen geleitet, das Aufkochen der Maische von vornherein als wesentlich in die Reihe der Manipulationen aufgenommen, wie ich es ja auch zu Beginn in der kurzen Beschreibung der Methode erwähnte. Wenn ich also (Seite 9) sagte, dass alle Operationen konform den Reim'schen Vorschriften durchgeführt wurden, so ist dies dahin richtig zu stellen, dass ich ausserdem stets bei meinen Versuchen das Aufkochen der Maische vornahm.

Der Versuch, welcher zur Lösung der vorliegenden Frage nun angestellt wurde, hatte nur eine untergeordnete Bedeutung, er sollte einfach feststellen, welchen Einfluss das Aufkochen der Maische auf das Resultat ausübte.

Im folgenden ist das Ergebnis desselben:

IV.

Material	Methode		D.	d.	Extr. %
a. Malz	Ohne Aufkochen	α	1,0328	1,0131	72,24
		β	1,0327	1,0131	72,16
	Mit Aufkochen	α	1,0326	1,0131	72,00
		β	1,0326	1,0131	72,00
b. Malz und Gerste	Ohne Aufkochen	α	1,0319	1,0128	70,46
		β	1,0318	1,0128	70,38
	Mit Aufkochen	α	1,0319	1,0127	70,09
		β	1,0320	1,0127	70.16

Aus dem Versuche folgt, wie vorauszusehen war, dass das Aufkochen der Maische den Wert für die Extrakt-Ausbeute vermindert. Aber wenn man bedenkt, dass die Differenzen 0,2% (bei Malz) oder 0,3% (bei Gerste und Malz) betragen, und dass diese Herabminderung lediglich auf die gefällten Proteïnstoffe, also für das Extrakt wertlose, ja schädliche Stoffe zurückzuführen ist, so leuchtet die Notwendigkeit des Aufkochens ein. Hiezu kommt noch die gemachte Erfahrung, dass bei Unterlassung des Aufkochens verhältnismässig trübe Würzen erhalten wurden, während dieselben, wenn aufgekocht wurde, fast immer vollkommen klar und krystallhell waren.

5. Frage.

Welchen Einfluss übt die Geschwindigkeit der Abkühlung nach dem Aufkochen?

Es ist anzunehmen, dass es für das Resultat gleichgültig bleibt, ob nach dem Aufkochen die Maische rasch oder langsam abgekühlt wird, da die Diastase in diesem Stadium bereits zerstört ist, und daher keine Wirkung mehr üben kann. Dennoch wurde der Vollständigkeit halber der folgende Versuch ausgeführt, der die ausgesprochene Vermutung bestätigt. Derselbe wurde in der Weise gemacht, dass die Maische nach dem Aufkochen

1. wieder wie früher an der Luft sich selbst überlassen blieb, bis sie etwa die Temperatur von 20° C. annahm, und
2. durch Einstellen in ein Bad, in dem kaltes Wasser zirkulierte, künstlich auf 15—20° C. abgekühlt wurde.

Im ersteren Falle brauchte sie 1—1 1/4 Stunden, im letzteren kaum mehr als 1/4 Stunde zur Abkühlung.

V.

Material	Dauer der Abkühlung		D.	d.	Extr. %
a. Malz	1 Stunde	α	1,0325	1,0131	72,00
		β	1,0326	1,0131	72,08
	¼ Stunde	α	1,0325	1,0131	72,00
		β	1,0325	1,0131	72,00
b. Malz und Gerste*)	1 Stunde	α	1,0316	1,0126	69,50
		β	1,0317	1,0126	69,57
	¼ Stunde	α	1,0317	1,0216	69,57
		β	1,0317	1,0216	69,57

Es ist also, der Beschleunigung des Arbeitens wegen, eine künstliche Abkühlung zu empfehlen.

Die Beantwortung der 6. Frage über die Beziehungen zwischen der Genauigkeit der Dichtenbestimmung zu der des daraus zu berechnenden Extraktgehaltes, sowie die aus diesen Beziehungen sich folgernden Vorschriften für die Dichtenbestimmung selbst bleibe einem späteren Zeitpunkte überlassen.

Vorerst sei mir gestattet, die aus den Versuchen I—V gewonnenen Resultate hier zusammenzufassen und in Form einer Vorschrift zur präcisen Ausführung der Zweifiltrations-Methode zu fixieren.

Genau 50 g des feinst gepulverten Malzes (resp. 50 g eines Gemenges aus 30 g Gersten- und 20 g Malzmehl) werden in einem trocknen Becherglase, das vorher samt dem als Maischscheit dienenden kurzen (bis 100° C. reichenden) Thermometer austariert worden war, abgewogen, 400 CC. Wasser hinzugesetzt, das Ganze mit dem Thermometer gut umgerührt und samt diesem in das auf 70° C. vorgewärmte Wasserbad eingeführt, welches zweckmässig mit einem Thermoregulator versehen ist. Nach ca. ½ Stunde ist die Temperatur von 70° C. im Maischgefässe erreicht, bei welcher man durch eine weitere halbe

*) Hier wurde eine andere Gerstensorte verwendet, als bei den früheren Versuchen.

Stunde unter fortwährendem Umrühren mit dem Thermometer bleibt. Dabei sind Schwankungen von 68—70° C. — ja nicht darüber — unvermeidlich. Hierauf wird das Maischgefäss aus dem Wasserbade herausgehoben, von aussen abgetrocknet, und an der Luft unbedeckt stehen gelassen, bis das Thermometer 20—25° C. anzeigt; das dauert ungefähr eine Stunde; dann wird $^1/_2$ Stunde über freiem Feuer unter häufigem Umrühren, damit die sich zu Boden senkenden Trebermassen nicht anbrennen, bis zum lebhaften Sieden erhitzt. (Zweckmässig ist statt des Drahtnetzes eine Asbestplatte anzuwenden, weil sonst beim Anbrennen der Treber das Becherglas leicht springt und hiebei das Kochen auch nicht so spontan erfolgt, was zum Überschäumen Veranlassung gibt.) — Nach dem Aufkochen wird eine Weile an der Luft, sodann durch ca. $^1/_4$ Stunde im kalten Wasser bis auf 15° C. abgekühlt und auf der Wage in der Weise das Gewicht mit Wasser ergänzt, dass genau 450 g Maische im Gefässe vorhanden sind.

Von dieser werden genau 250 CC. durch ein trockenes Filter abfiltriert, das Filter samt den Trebern in das Becherglas zurückgebracht und 250 CC. Wasser hinzugegossen. Das Ganze wird mit dem immer noch im Becherglase befindlichen Thermometer gut durchgemischt, und soviel als eben abgeht durch ein neues Filter abfiltriert.

Von den beiden Filtraten wird bei 15° C. die Dichte bestimmt, und diese Zahlen bilden die Daten für die Berechnung der Extraktausbeute.

Berechnung.

Es sei die Dichte des I. Filtrates $= D$, die des II. Filtrates $= d$ gefunden worden. Nach der Schultze-Ostermann'schen Extrakttabelle entspricht einer Würze von der Dichte D ein Extraktprozentgehalt K — und d entspricht k (in Gewichtsprozenten), d. h. in 100 Teilen (Gewicht) dieser Würze sind K resp. k Gewichtsteile Extrakt vorhanden.

In 1 Gewichtsteil dieser Würzen befinden sich daher $\frac{K}{100}$ resp. $\frac{k}{100}$ G.T. und in D resp. d Gewichtsteilen, d. i. in dem Gewichte der Volumeneinheit, also in 1 CC. Würze

$$E = \frac{DK}{100} \text{ resp. } e = \frac{d.k}{100}$$

Gewichtsteile Extrakt. —

Diese Werte

$$E = \frac{DK}{100} \text{ und } e = \frac{d.k}{100},$$

welche die Gramme Extrakt in einem CC. Würze darstellen, werden als die Gehaltskoëffizienten des I. und II. Filtrates bezeichnet.

Es sei nun das (unbekannte) Gesamtvolumen der durch des Maischen ursprünglich erhaltenen (unverdünnten) Würze $= x$.

Dies hat die Dichte D, gleich der des I. Filtrates, und demnach die Gehaltskoëffizienten $E = \frac{DK}{100}$, folglich ist die in der Gesamtwürze enthaltene Extraktmenge:

$$M = x.\ E \quad (1.)$$

Von dem Volumen x werden 250 CC. $= F$ abfiltriert, es bleibt demnach ein Rest $x - F$, dessen Extraktmenge

$$m = (x - F)\ E. \text{ ist } (2.)$$

Dieser Rest wird durch Zusatz von 250 CC. Wasser $= F$ wieder auf das ursprüngliche Volumen x gebracht*), hierdurch jedoch seine Dichte D auf d, sein Gehaltskoëffizient von E auf e herabgesetzt.

*) Es ist zu vermuten, dass durch diese Operation nicht genau das frühere Volum wieder hergestellt werde, da, wie stets bei solchen Verdünnungen, so auch hier, eine Contraktion eintreten dürfte. Bei den Verdünnungsversuchen, die in der sonst so exakten Reim'schen Arbeit enthalten sind, ist diesem Umstande keine Aufmerksamkeit geschenkt, da bei denselben nicht die Volumina, sondern die Gewichte der verdünnten Würze in Betracht gezogen sind. Diese Contraktion dürfte aber kaum eine so hervorragende Rolle spielen, dass sie mit in Berechnung gezogen werden müsste.

Die Extraktmenge der verdünnten Würze ist demnach

$$m_1 = x.\ e.$$

Dieselbe muss jedoch der in (2) erhaltenen Menge gleich sein. Also

$$m_1 = m$$
$$x.e = (x - F)\ E,$$

woraus sich

$$x = \frac{FE}{E-e}\ (4)\ \text{berechnet.}$$

Diesen Wert für x in Gleichung (1) eingeführt, giebt

$$M = \frac{FE^2}{E-e}\ \text{als die aus}$$

50 g des angewandten Mehles erhaltbare Extraktmenge, oder

$$P = \frac{2FE^2}{E-e}$$

als Extraktprozente.

Das ist speziell für $F = 250$ CC.

$$P = \frac{1000\,E^2}{2(E-e)}.$$

Es sind demnach zur Berechnung der Extraktausbeute aus den durch den Versuch erhaltenen Daten D und d folgende Rechnungen durchzuführen:

1. $E = \frac{D.K}{100}$
2. $e = \frac{d.k}{100}$
3. $P = \frac{1000.E^2}{2(E-e)}.$

Wenn man, wie ich in der Lage war, eine ausgedehnte Reihe von Extraktbestimmungen auszuführen hat, so findet man die Lästigkeit dieser Rechnungen und wird die Ausrechnung der im Anhange mitgeteilten Tabelle, deren Gebrauch diese Rechnungen eliminirt, für keine überflüssige Arbeit ansehen.

Die durch Ausrechnung der Formeln oder durch Entnahme aus der Tabelle gewonnenen Extraktprozentzahlen, beziehen sich auf lufttrockene Substanz, also auf Malz resp. Malz-

gerstegemenge mit demjenigen Feuchtigkeitsgehalte, wie ihn diese Stoffe beim Abwägen besassen.

Um auf Trockensubstanz umzurechnen, muss natürlich der Gehalt der vermaischten Materialien an hygroskopischem Wasser (Feuchtigkeitsgehalt) gleichzeitig bestimmt werden.

Bestimmung des Wassergehaltes.

Durch die interessanten Versuche von Reim*) ist festgestellt, dass eine richtige Berechnung des Gehaltes an hygroskopischem Wasser im Malz in der Weise vorgenommen werden muss, das die Differenz zwischen dem Gewichte der ganzen Malzkörner und dem bei 110° C. bis zur Gewichtskonstanz getrockneten zerriebenen Malz als Wasserverlust in Rechnung gezogen wird. Denn da, wie bekannt und durch Reim daselbst experimentell bestätigt, das Malz beim Zerreiben ziemlich beträchtliche Mengen Wasser anzieht, würde man sonst, wenn man das Gewicht nicht der ganzen Malzkörner, sondern des Malzmehles verwendet, stets zu hohe Werte für den Wassergehalt finden. Diese Überlegung hat vollste Berechtigung, wenn es sich z. B. darum handelt, den richtigen Wassergehalt eines Malzes behufs seiner Wertschätzung festzustellen. — Zur Umrechnung der gefundenen Extraktprozentzahl muss jedoch gerade die falsche Wassergehaltsbestimmung angewendet werden, da ja das Malz auch im zerriebenen Zustande, also nachdem es bereits Wasser aus der Luft angezogen hatte, zur Vermaischung abgewogen wird. Ebenso verhält es sich bei der Bestimmung des Wassergehaltes der Gerste.

Ist nun ω der gefundene Feuchtigkeitsgehalt des Malzes, so ist die Umrechnung einfach nach der Formel

$$\pi = \frac{100.P}{100-\omega}$$

durchzuführen, wobei P die Extraktprozente bezogen auf lufttrockne, π auf Trockensubstanz bedeutet.

*) Zeitschrift für das ges. Brauwesen 1884, S. 80 ff.

Berechnung des Extraktgehaltes von Gerste.

Wenn man eine Reihe von Gersten mit einem Malze von bekanntem Extraktgehalte vermaischt, so ist es notwendig, die Wassergehalte der Gersten stets mitzubestimmen, wenn man deren Extraktgehalt, bezogen auf Trockensubstanz, angeben will. Aber auch im Malz muss von Zeit zu Zeit eine neue Wasserbestimmung vorgenommen werden, da — besonders im Darrmalz mit ursprünglich geringem Feuchtigkeitsgehalte — derselbe, auch in wohlverschlossenen Glasgefässen, da diese denn doch öfters geöffnet werden müssen, eine stetige Zunahme erleidet.

Man hat demnach folgende Daten zur Berechnung der Extraktausbeute aus Gerste:

1. Wassergehalt des Malzes $= \omega_1$
2. Extraktgehalt des Malzes $= p_1$

} dann ist

$$\pi_1 = \frac{100\, p_1}{100 - \omega_1}$$ der Extraktgehalt

des Malzes bezogen auf Malztrockensubstanz.

3. Wassergehalt der Gerste ω_2
4. Man vermaischt 30 g Malz mit 20 g Gerste und erhält hiebei aus den resultierenden Dichten D und d des I. und II. Filtrates durch Berechnung wie oben oder aus der Tabelle, den Extraktgehalt des Malzgerstegemenges mit P.

Berechnung.

In 100 g lufttrocknen Malzes sind enthalten ω_1 g Wasser,
folglich in 60 g „ „ „ „ $0{,}6\ \omega_1$ „
also in 60 g T „ „ „ „ $60 - 0{,}6\ \omega_1$ g Malztrockensubstanz;

daher

$$100 : \pi = (60 - 0{,}6\ \omega_1) : x$$

(1.) $$x = \frac{(60 - 0{,}6\ \omega_1)\ \pi_1}{100}$$ die aus

60 g T. lufttrocknen Malzes erhaltene Extraktmenge.

Sei π_2 der (unbekannte) Extraktgehalt der Gerste bezogen auf deren Trockensubstanz, so ist nach derselben Überlegung:

(2.) $$y = \frac{(40—0{,}4\ \omega_2)\ \pi_2}{100}$$ der

aus 40 Gew.-T. lufttrockner Gerste erhaltbaren Extraktmenge.

Die Summe beider ist jedoch der aus der Tabelle entnommene Extraktprozentgehalt P des Malzgerstegemenges. Daher

$$x + y = P$$

$$\text{oder } \frac{(60—0{,}6\ \omega)\ \pi_1}{100} + \frac{(40—0{,}4\ \omega_2)\ \pi_2}{100}$$

$$\text{und } \pi_2 = \frac{100\ P — (60—0{,}6\ \omega_1)\ \pi_1}{40—0{,}4\ \omega_2} \text{ der}$$

Extraktprozentgehalt der Gerste, bezogen auf Trockensubstanz.

Ist bloss die Angabe des Extraktprozentgehaltes der Gerste auf lufttrockene Substanz (p_2) gefordert, so erspart man die Bestimmung von ω_2 und es ist dann

$$p_2 = \frac{100\ P — (60—0{,}6\ \omega_1)\ \pi_1}{40}.$$

Wenn zudem die Vermaischung des Malzes unmittelbar vorher oder gleichzeitig geschehen ist, so dass in dessen Wassergehalt keine Zunahme zu befürchten ist, so genügt die einfache Formel

$$p_2 = \frac{100\ P — 60\ p_1}{40} = \frac{P — 0{,}6\ p_1}{0{,}4}$$

Es ist nun an der Zeit, die oben gestellte letzte Frage in Behandlung zu nehmen, dieselbe lautet:

6. Frage.

In welcher Weise hängt die Genauigkeit der gefundenen Extraktmenge von der Genauigkeit der Dichtenbestimmungen der beiden Filtrate ab?

Es ist, wie oben abgeleitet:

$$P = \frac{1000\ E^2}{2\ (E—e)} \text{ und } E = \frac{DK}{100};$$

$$e = \frac{d.k}{100}, \text{ folglich } P = \frac{5D^2K^2}{DK - dk},$$

wobei K und k gewisse Funktionen von D und d sind. Da in der Ostermann'schen Bearbeitung der Extrakttabelle von Schultze*) diese Funktionen entwickelt sind, so ist es nur nötig, dieselben in die Formel einzuführen, und dann noch D und d partiell zu differenzieren, um Ausdrücke für die Art der Abhängigkeit des P von D und d zu erhalten.

Diese einigermassen langwierige mathematische Ableitung wird umgangen, wenn man zur Lösung der Frage die von mir berechnete Tabelle heranzieht. Ein Blick auf dieselbe zeigt, dass für ein konstantes d für je 0,0001 Differenz von D die resultierende Differenz von $P = 0{,}05—0{,}10\,\%$ beträgt, während für konstantes D dieselbe Differenz von d eine Zu- oder Abnahme von P um $0{,}33—0{,}44\,\%$ verursacht.

Hieraus ist ersichtlich, dass, stellt man sich $0{,}3—0{,}4\,\%$ als höchste zulässige Differenz im Extraktprozentgehalt, die Dichte des II. Filtrates um höchstens $^1/_{10000}$ differieren darf, während die des I. Filtrates grössere Differenzen zulässt.

Demzufolge ist die Dichtenbestimmung mittels Pyknometer stets vorzuziehen.

Ich hatte jedoch bei der im Wintersemester 1886/87 vorgenommenen II. Serie von Versuchen mit eigens hiezu angefertigten und korrigierten Aräometern, die bis auf 0,0001 zeigten, gearbeitet und ganz gute Resultate erhalten.

Freilich ist das Arbeiten mit so feinen Instrumenten, die natürlich grosse Schwimmkörper sind und sehr dünne Skala haben müssen, heikel und daher wohl für die Praxis kaum anwendbar. Aber selbstredend ist es für die Beschleunigung der Arbeit von grossem Wert.

---

*) Zeitschrift für das ges. Brauwesen. 1883.

$^1/D = 1—10^{-9}$ (379348,3 K—21,248 K^2—0,0036574 K^3.)

und

$^1/d = 1—10^{-9}$ (379348,3 K—21,248 K^2—0,0036574 K^3.)

Bestimmung des Trebergehaltes.

Die bei der Extraktsgehaltsbestimmung gewonnenen Daten lassen sich auch nach einer anderen Richtung hin ausbeuten, die nicht ohne Interesse ist. Es können, wie aus dem Folgenden ersichtlich, zwei Malz- resp. Gerstensorten genau dieselben Extraktprozentgehalte besitzen, aber dennoch für den Landwirt und Bierbrauer von verschiedenem Werte sein, indem sie ganz verschiedene Mengen von Trebern zu liefern vermögen. Und die Berechnung der Trebermenge ist es, auf welche ich hinweisen möchte.

A. Aus Malz.

Es sei M das Gewicht (50 g) des zum Vermaischen verwendeten Malzes, dessen Extraktprozentgehalt (bezogen auf lufttrockne Substanz) hiebei mit P gefunden wurde,

ω das Gewicht (400 g) des beim Maischprozess zugesetzten Wassers,

T das Gewicht der resultierenden Treber,

W das der Gesamtwürze, und

m das Gewicht des aus M erhaltbaren Extraktes (speziell hier $m = \frac{P}{2}$.); dann ist

$$M + \omega = T + W \quad (1).$$

Die Würze *(W)* von der Dichte D (des I. Filtrates) hat nach der Schultze-Ostermann'schen Tabelle einen Extraktgehalt K, also

$$100 : K = W : m$$

$$\text{und } W = \frac{100.m}{K} \quad (2);$$

wobei, wie erwähnt m der in der Gesamtwürze vorhandene Extrakt ist. Dieser aber wird von der Malzmenge M, deren Prozentgehalt P ist, geliefert, also:

$$M : m = 100 : P$$

$$m = \frac{MP}{100} \quad (3).$$

Diesen Wert für m in Gl. 2. eingesetzt, giebt

$$W = \frac{MP}{K} \text{ (4) als Würzegewicht.}$$

$$\text{und } M + \omega = T + \frac{MP}{K} \text{ woraus}$$

$$T = M + \omega - \frac{MP}{K} \text{ folgt.}$$

Speziell $T = 450 - \frac{50P}{K}$ als Trebermenge aus 50 g lufttrockenen Malzes, die mit 400 CC. Wasser vermaischt wurden.

Also in Prozenten:

$$T_1 = 900 - \frac{100\,P}{K}, \text{ woraus}$$

$$\text{sich } T = \frac{100\,T_1}{100 - \omega_1} \text{ als Treberprozente}$$

bezogen auf Malz-Trockensubstanz berechnet.

B. Aus Gerste.

Auch hier muss natürlich die Bestimmung des Trebergehaltes im Malze, mit dem die Gerste vermaischt wird, der eigentlichen Berechnung vorangehen:

Ist wieder P der Extraktprozentgehalt des (im Verhältnis von 30 : 20 gewählten) Malzgerstegemenges, so ist

1) $$T = 900 - \frac{100\,P}{K}, \text{ dessen}$$

Treberprozentgehalt.

Bezeichnen wir nun mit T_1 und T_2 die Treberprozente, bezogen auf lufttrocknes Malz, resp. Gerste und T_1 und T_2 dieselben bezogen auf Trockensubstanz, so muss

$T = T_1 + T_2$ sein. Also

2) $$T_1 + T_2 = 900 - \frac{100\,P}{K} \text{ und da } T_2$$

bekannt,

$$T_2 = 900 - \frac{100\,P}{K} - T_1.$$

Soll auf Trockensubstanz gerechnet werden, so ist wieder, wie früher

$$T_1 = \frac{(60 - 0{,}6\ \omega_1)\ T_1}{100} \text{ und}$$

$$T_2 = \frac{(40 - 0{,}4\ \omega_2)\ T_2}{100};$$

$$\text{daher } \frac{(60 - 0{,}6\ \omega_1)\ T_1}{100} + \frac{(40 - 4\ \omega_2)\ T_2}{100} = T$$

$$\text{woraus } T_2 = \frac{100\ T - (60 - 0{,}6\ \omega_1)\ T_1}{40 - 0{,}4\ \omega_2} \text{ folgt.}$$

Unter den oben unter Berechnung der Extraktausbeute von Gerste gegebenen Voraussetzungen finden die vereinfachten Formeln Anwendung:

$$T_2 = \frac{100\ T - (60 - 0{,}6\ \omega_1)\ T_1}{40}$$

$$\text{und } T_2 = \frac{T - 0{,}6\ T_1}{0{,}4}.$$

Nach der erhaltenen Formel:

$$T = 900 - \frac{100\ P}{K}$$

wurden nun die jeder Extraktprozentzahl entsprechenden Treberprozente berechnet und in die Tabelle eingetragen, so dass diese auf einen Schlag für jedes gefundene D und d die diesen entsprechenden Extrakt und Treberprozente anzeigt.

Es bleibt nun nur noch übrig die Bedeutung der durch diese Berechnung erhaltenen Treberprozentzahlen festzustellen.

Bekanntlich sind diese mit den durch direkte Treberbestimmung (vollständiges Aussüssen und Trocknen der Treber bei 110° C.) gewonnenen nicht identisch. Und zwar erhält man nach Reim*) mittels der direkten Treberbestimmung stets zu niedrige Resultate. Er erklärt dies folgendermassen:

> „Die Treber befinden sich in der Würze nach dem Maischen nicht in Form von Trockensubstanz, sondern gewisse Bestandteile derselben haben ein bestimmtes Wasserquantum aufgenommen.“

Nach dieser Ansicht, welche ebendaselbst mit grossem Aufwande von Scharfsinn klar bewiesen ist, bilden gewisse

*) Zeitschrift f. d. ges. Brauwesen 1884, S. 117 ff.

Bestandteile der Treber in der Würze Hydrate, welche beim Trocknen Wasser abgeben. Es lag nun die Vermutung nahe, dass, wenn die Austrocknung der Treber nach dem Aussüssen nicht durch Erhitzen auf 110° C., sondern durch Liegenlassen derselben unter der Luftpumpe über conc. Schwefelsäure bewerkstelligt würde, dieses Hydrat Wasser in den Trebern erhalten bliebe.

Dann müssten die durch Berechnung und durch direkten Versuch erhaltenen Treberprozentzahlen identisch sein.

Dieser Versuch wurde nun angestellt und es folgt hier das Resultat:

Versuch VI.

Vorerst wurden 50 g Malz auf angegebene Weise vermaischt und ergaben im I. Filtrate eine Dichte D*) = 1,0319 und im II. Filtrate d = 1,0130 (als Mittel aus 2 Versuchen), woraus sich $P = {}^{7}/_{20}$ und $T = 306$ ergibt. Nun wurden in 2 Parallelversuchen je 5 g Malz mit 50 CC. Wasser vermaischt und zwar ganz nach den oben gegebenen Regeln, zuletzt jedoch auf ein tariertes Filter**) gebracht, erst durch Dekantation dann auf den Filter mit heissem Wasser ausgewaschen, bis eine Probe auf Platinblech verdunstet keinen Rückstand mehr zeigte. Diese so behandelten Treber wurden sammt Filter unter die Luftpumpe gebracht und zeigten folgende Gewichte:

	A	B
Am 1. Tag	1,6485 g	1,6300 g
„ 2. „	1,5355	1,5245
„ 3. „	1,5235	1,5210
„ 4. „	1,5215	1,5205
in Prozenten	$30._{43}\%$	$30._{41}\%$

im Mittel $30._{42}$

Auf ebendieselbe Weise wurde der Versuch mit einem Malzgerstegemenge vorgenommen und hierbei erhalten:

*) Es wurde eine neue Malzsorte angewendet.

**) Das Tarieren geschah in der Weise, dass zu jedem Filter ein genau gleich schweres zweites hergestellt wurde, das mit unter die Luftpumpe kam, und zuletzt auf die Wagschale mit den Gewichten gelegt wurde.

1. Vermaischung.

1. Versuch: $D = 1{,}0315$ $d = 1{,}0128$ $P = 70{,}17$ $T = 35{,}0$
2. „ $D_1 = 1{,}0316$ $d = 1{,}0128$ $P_1 = 70{,}24$ $T_1 = 33{,}4$

woraus sich nach den Formeln

$$p_2 = \frac{P - 0{,}6\ p_1}{0{,}4} \text{ u. } t_2 = \frac{T - 0{,}6\ t_1}{0{,}4} \text{ im}$$

Mittel $p_2 = 68{,}71$ u. $t_2 = 39{,}6$ als Prozentzahlen der Gerste für Extrakt und Treber berechnen.

Bei der, wie oben vorgenommenen direkten Treberbestimmung aus einem Gemenge von 3 g Malz und 2 g Gerste wurden folgende Wägedaten erhalten:

	A.	B.
Am 1. Tag:	1,7245	1,7384
„ 2. „	1,6900	1,6980
„ 3. „	1,6780	1,6875
„ 4. „	1,6765	1,6865
in Prozenten	33,53 %	33,73 %

woraus sich der Trebergehalt (Treberprozentgehalt) der Gerste im Mittel mit 38,45 % berechnet.

Vergleicht man nun die auf beiden Wegen gewonnenen Zahlen für den Treberprozentgehalt so sind diese im Mittel:

	A. Malz	B. Gerste
1. durch Berechnung	30,6	39,6
2. „ direkte Bestimmung	30,42	38,45

Die auftretenden Differenzen können füglich rein als unvermeidliche Versuchsfehler gelten. (Bei den Zahlen für Gerste wird der Versuchsfehler durch Division mit 0,4 mehr als verdoppelt, was die hier grössere Differenz veranlasst.)

Es folgt also daraus unmittelbar, dass die durch Berechnung und durch auf obige Weise durchgeführte direkte Treberbestimmung erhaltenen Zahlen für den Treberprozentgehalt identisch sind und ferner, dass diese Zahlen sicherlich die wahren Werte desselben sind, wenn man unter Trebergehalt jene Menge von Trebern versteht, die nach dem Vermaischen sich in der Flüssigkeit befinden, und nicht deren vom Hydratwasser befreite

Trockensubstanz. Für die Praxis sind aber gerade diese Zahlen von Wert, da ja der Bierbrauer seine Treber niemals trocknet, sondern dieselben, wie sie durch Abfiltrieren der Würze erhalten werden, verfüttert.

Ich bin nun am Schlusse meiner Abhandlung, in welcher ich glaube mit möglichster Schärfe die Bedingungen festgestellt zu haben, welche bei der Ausführung der Zweifiltrationsmethode eingehalten werden müssen.

Ich glaube auch einigermassen dazu beigetragen zu haben, dass die Methode etwas handlicher und demgemäss für die allgemeine Anwendbarkeit im praktischen Betriebe geschickter wurde, wozu auch die Berechnung der mitgeteilten Tabelle gezählt werden dürfte. Endlich hoffe ich die Frage der exakten Treberbestimmung einer befriedigenden Lösung zugeführt zu haben.

Ich möchte nun noch einem Gedanken Raum geben. Wenn die Zweifiltrationsmethode sichere Werte für die Extraktausbeute aus Malz und Gerste, gewiss auch aus anderen Getreidearten, Mais, Kartoffeln etc. liefert, wenn dieselbe auch in der Praxis leicht ausgeführt werden kann, liesse sie sich nicht über die Bierbrauereien hinaus bis in die Stärkefabriken als Controlle für den Betrieb verwenden?

Freilich kommt es hier nicht auf den Extrakt, sondern auf die Stärkemenge an, aber es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Zahlen für jede Frucht in einem gewissen, mehr oder weniger konstanten Verhältnisse stehen, welches durch direkte Versuche festzustellen wäre. Auf diese Weise würde ein Behelf für die Stärkefabriken geschaffen, dessen Wert nicht unterschätzt werden darf. Denn die bis heute vorliegenden direkten Stärkebestimmungsmethoden sind theils von so problematischem Wert, teils erfordern sie soviel manuelle Fertigkeit, dass sie in der Praxis keinen Eingang finden können.

Anhang.

Die im folgenden mitgeteilte Tabelle ist selbstverständlich nur dann zur Benützung geeignet, wenn genau 50 g des Malzes resp. Malzgetreidegemenges zur Vermaischung mit 400 CC. Wasser gelangen, und 250 CC. der Würze als erstes Filtrat erhalten werden und wenn man überhaupt nach der Seite 6 gegebenen Vorschriften verfahren ist. Da derselbe mit Zugrundelegung der Schultze-Ostermann'schen Extrakttabelle berechnet wurde, so müssen auch hier wie dort die Dichten bei 15° bestimmt werden. Die Zahlen in der obersten Reihe sind die zu je 0,0001 fortschreitenden Dichten des ersten Filtrats (D), die in der ersten Colonne links die ebenfalls in demselben Intervalle fortschreitenden Dichten des zweiten Filtrats (d). Unter P sind die jeweiligen Extraktprozente unter T die bezüglichen Treberprozente, beide bezogen auf lufttrockne Substanz, gegeben.

Was die Herstellung der Tabelle betrifft, so ist jede zweite Zahl direkt berechnet, und die dazwischen liegenden durch Interpolation erhalten. Die Fehlergrenzen schwanken demnach bei den Extraktprozenten von 0,01—0,02, bei den Treberprozenten von 01,—0,2; die Tabelle umfasst die Werte $D = 1{,}0310—1{,}0330$ und $d = 1{,}9120 - 1{,}0140$, deren äusserste Grenzen bei meinen Arbeiten nie erreicht wurden, so dass sie auch für die Praxis ausreichen dürfte. Die in der Tabelle vorkommenden negativen Zahlen für die Treberprozente sind nur deshalb mit aufgenommen worden, um in der Tabelle keine leeren Rubriken zu lassen.

D	1,0310		11		12		13		14		15		16		17		18		19	
d	E.	T.	E.	T.	E.	T.	E.	T.	E.	T.	E.	T.	E.	T.	E	T.	E.	T.	E.	T.
1,0120	66,90	60,1	66.98	61,8	67,06	63,5	67,14	65,1	67,22	66,6	67,30	68,1	67,39	69,7	67,47	71,3	67,55	72,8	67,63	74,2
1	67,24	56,2	67,33	57,8	67,41	59,4	67,49	61,0	67,57	62,6	67,65	64,2	67,72	65,7	67,80	67,2	67,88	68,7	67,96	70,2
2	67,60	52,0	67,68	53,6	67,76	55,2	67,84	56,8	67,92	58,4	68,00	60,0	68,08	61,5	68,16	63,0	68,24	64,5	68,32	66,0
3	67,96	47,5	68,04	49,2	68,12	50,9	68,20	52,5	68,27	54,1	68,35	55,7	68,43	57,3	68,51	58,8	68,59	60,3	68,67	61,8
4	68,33	42,7	68,40	44,4	68,48	46,1	68,55	47,8	68,63	49,5	68,70	51,1	68,78	52,7	68,85	54,3	68,93	55,9	69,01	57,4
5	68,69	37,6	68,76	39,4	68,84	41,2	68,91	42,9	68,99	44,6	69,06	46,3	69,14	48,0	69,21	49,7	69,29	51,4	69,37	53,0
6	69,07	33,2	69,14	35,1	69,21	36,9	69,28	38,7	69,35	40,5	69,43	42,3	69,50	44,0	69,57	45,6	69,65	47,1	69,73	48,6
7	69,44	28,6	69,51	30,5	69,58	32,4	69,65	34,3	69,72	36,2	69,80	38,0	69,87	39,6	69,94	41,2	70,02	42,8	70,09	44,4
8	69,82	23,8	69,89	25,8	69,96	27,7	70,03	29,6	70,10	31,5	70,17	33,4	70,24	35,0	70,31	36,6	70,38	38,2	70,46	39,8
9	70,10	18,8	70,27	20,8	70,34	22,8	70,41	24,7	70,47	26,6	70,54	28,5	70,61	30,2	70,68	31,9	70,76	33,6	70,83	35,3
1,0130	70,59	13,6	70,65	15,6	70,72	17,6	70,79	19,5	70,86	21,4	70,92	23,3	70,99	25,2	71,06	27,0	71,13	28,8	71,20	30,6
1	70,99	9,1	71,05	11,1	71,11	13,0	71,17	14,9	71,24	16,8	71,31	18,7	71,38	20,6	71,44	22,5	71,51	24,3	71,58	26,1
2	71,39	4,4	71,45	6,3	71,51	8,2	71,57	10,1	71,63	12,0	71,69	13,9	71,76	15,8	71,82	17,7	71,89	19,6	71,96	21,4
3	71,79	-0,6	71,85	1,4	71,91	3,3	71,97	5,2	72,03	7,1	72,10	9,0	72,15	10,9	72,21	12,8	72,28	14,7	72,34	16,6
4	72,19	-5,9	72,25	-3,9	72,31	-1,9	72,37	0,1	72,42	2,1	72,48	4,1	72,55	6,1	72,61	8,1	72,67	10,0	72,74	11,9
5	72,61	-11,6	72,67	-9,4	72,73	-7,3	72,79	-5,2	72,84	-3,1	72,89	-1,0	72,95	1,0	73,01	3,1	73,07	5,1	73,13	7,1
6	73,02	-16,5	73,08	-14,4	73,14	-12,3	73,19	-10,2	73,24	-8,1	73,29	-6,0	73,35	-3,9	73,41	-1,9	73,47	0,1	73,53	2,1
7	73,44	-21,6	73,49	-19,5	73,54	-17,4	73,59	-15,3	73,64	-13,2	73,70	-11,1	73,75	-9,0	73,81	-6,9	73,87	-4,8	73,93	-2,8
8	73,87	-26,9	73,92	-24,7	73,97	-22,5	74,02	-20,4	74,07	-18,3	74,12	-16,2	74,17	-14,1	74,22	-12,0	74,28	-9,9	74,34	-7,8
9	74,30	-32,5	74,35	-30,3	74,40	-28,1	74,45	-25,9	74,50	-23,7	74,54	-21,5	74,59	-19,3	74,64	-17,1	74,69	-14,9	74,75	-12,8
1,0140	74,74	-38,4	74,79	-36,0	74,84	-33,6	74,89	-31,3	74,98	-29,0	74,97	-26,7	75,02	-24,5	75,07	-22,3	75,12	-20,1	75,17	-17,9

D	1,0320		21		22		23		24		25		26		27		28		29		1,0330	
d	E.	T.	E.	T.	E.	T.	E.	T.	E.	T.	E.	T.	E.	T.	E.	T.	E.	T.	E.	T.	E.	T.
1,0120	67,72	75,6	67,80	77,1	67,89	78,5	67,98	79,9	68,07	81,3	68,16	82,7	68,24	84,1	68,32	85,5	68,41	86,9	68,51	88,2	68,61	89,4
1	68,04	71,7	68,13	73.2	68,22	74,6	68,31	76,0	68,40	77,4	68,49	78,8	68,57	80,2	68,65	81,6	68,74	83,0	68,84	84,2	68,94	85,6
2	68,40	67,5	68,49	69.0	68,57	70,5	68,65	72,0	68,73	73,4	68,82	74,8	68,90	76,2	68,98	77,6	69,07	79,0	69,17	80,4	69,27	81,7
3	68,75	63,3	68,84	64,8	68,92	66,3	69,0	67,8	99,08	69,3	69,16	70,7	69,24	72,2	69,32	73,6	69,41	75,0	69,50	76,4	69,60	77,8
4	69,10	58,9	69,18	60,5	69.26	62,0	69.34	63,5	69,42	65,0	69,50	66,5	69,58	68,0	69,66	69,5	69,74	71,0	69,83	72,5	69,93	73,9
5	69,45	54,6	69,53	56.2	69,61	57,7	69.69	59,2	69,77	60,7	69,85	62,2	69,93	63,8	69.01	65,3	70,09	66,9	70,17	68,4	70,26	69,9
6	69,80	50,1	69,88	51,7	69,96	53,3	70,04	54,9	70,12	56,5	70,21	58,0	70,28	59,6	70,36	61,2	70,44	62,8	70,52	64,3	70,60	65,8
7	70,16	45,9	70,24	47,5	70,32	49,1	70,39	50,7	70,47	52,2	70,55	53,7	70,63	55,3	70,71	56,9	70.79	58,5	70,87	60,1	70,95	61,7
8	70,53	41,4	70,60	43,1	70.68	44,7	70,76	46,3	70,83	47,9	70,91	49,5	70,99	51,1	71,06	52,7	71,14	54,3	71,22	55,9	71,29	57,5
9	70,90	36,9	70,97	38,6	71,04	40,3	71,11	42,0	71,19	43,7	71,27	45,3	71,35	46,9	71,42	48,5	71.50	50,1	71,58	51,7	71,65	53,3
1,0130	71,27	32,4	71,34	34.2	71,41	36,0	71,49	37,7	71,56	39,4	71,63	41,1	71,71	42,7	71,78	44,3	71,86	45,9	71,94	47,5	72,02	49,1
1	71,65	27,9	71,72	29.7	71,79	31,5	71,86	33,3	71,93	35,0	72,00	36,7	72,08	38,4	72,16	40,0	72.24	41,6	72,32	43,2	72,39	44,8
2	72.03	23,2	72,09	25,0	72,16	26,8	72,23	28,6	72,30	30,4	72,38	32,2	72,45	33,9	72,52	35,6	72,59	37,3	72,66	38,9	72,73	40,5
3	72,40	18,5	72,48	20,4	72,54	22,2	72,61	24,0	72,68	25,8	72,75	27,6	72,82	29,3	72,89	31,0	72,96	32,7	73,03	34,4	73,10	36,1
4	72,80	13,8	72,86	15,7	72,93	17,6	72,99	19,4	73,06	21,2	73,13	23,0	73,10	24,8	73,27	26,6	73,34	28,3	73,40	30,0	73,48	31,7
5	73,19	9,0	73,25	10,9	73,32	12,8	73,38	14,7	73,45	16,6	73,52	18,4	73,59	20,2	73,66	22,0	73,73	23,8	73,79	25,6	73,86	27,3
6	73,59	4,1	73,65	6,1	73,71	8,0	73,78	9,9	73,84	11,8	73,90	13,7	73,97	15,6	74,04	17,4	74,10	19,2	74,16	21,0	74,23	22,8
7	73,99	-0,8	74,05	1,2	74,11	3,2	74,17	5,2	74,23	7,1	74,29	9,0	74,36	10,9	74,43	12,8	74,49	14,7	74,55	16,5	74,61	18,3
8	74,39	-5,7	74,45	-3,7	74,51	-1,7	74,57	0,3	74,63	2,3	74,69	4,2	74,75	6,1	74,82	8,0	74,88	9,9	74,94	11,8	75,00	13,7
9	74,80	-10,7	74,86	-8,6	74,92	-6,6	74,98	-4,6	75,03	-2.6	75,09	-0,6	75,15	1,4	75,21	3,4	75,27	5,3	75,33	7,2	75,39	9,1
1,0140	75,22	-15,7	75,28	-13,6	75,33	-11,5	75,39	-9,4	75,44	-7,4	75,50	-5,4	75,56	-3,4	75,62	-1,4	75.68	0,6	75,73	2,6	75,79	4,5